



**GRADO EN ECONOMÍA  
CURSO ACADÉMICO 2021/2022**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ANÁLISIS DE COSTES DE LAS AUTORIDADES PORTUARIAS  
ESPAÑOLAS**

**COST ANALYSES OF SPANISH PORT AUTHORITIES**

AUTORA: ALBA CAO REMOLINA

DIRECTORA: SORAYA HIDALGO GALLEGO

FECHA: SEPTIEMBRE 2021

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>2. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	<b>4</b>
<b>3. SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL</b>	<b>6</b>
<b>4. DATOS</b>	<b>8</b>
<b>5. MODELO ECONOMETRICO</b>	<b>12</b>
5.1. ESPECIFICACIÓN	12
5.2. PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN	13
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>14</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>18</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>19</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 4.1: Evolución del coste total por autoridad en el periodo 2010-2019.	11
Gráfico 4.2: Evolución del coste variable por autoridad portuaria en el periodo 2010-2019.	12
Tabla 4.1: Tabla de estadísticos descriptivos	12
Tabla 6.1: Matriz de correlación respecto a la variable coste total y a la variable coste variable	15
Tabla 6.2: Tabla de resultados de la estimación de la ecuación 2 por MCO.	16
Tabla 6.3: Tabla de resultados de la estimación de la ecuación 4(costes variables)	17
Tabla 6.4: Tabla de resultados de la estimación de la ecuación 3(tendencia, tendencia al cuadrado y variables ficticias de unidad)	18

## **RESUMEN**

En este trabajo se analizan los costes totales y variables de las autoridades portuarias españolas a través de un conjunto de estimaciones econométricas. Estas estimaciones permiten estudiar si ha existido progreso tecnológico a lo largo del periodo estudiado (2010-2019). Por otro lado, en el trabajo se describen las principales características que afectan a la regulación del sistema portuario español tras los cambios que han tenido lugar en su legislación en las últimas décadas. Para ello se estiman tres modelos econométricos a partir de un panel de datos formado por 26 autoridades portuarias españolas observadas durante el periodo 2010-2019. Los principales resultados muestran que los costes totales y variables han aumentado durante el periodo observado, analizan los principales cambios en la economía portuaria y destacan las economías de escala como una oportunidad para mejorar la eficiencia.

## **ABSTRACT**

In this study, the total and variable costs of the Spanish port authorities are analysed by a set of econometric estimates. These estimates make it possible to evaluate technological progress during the period studied (2010-2019). On the other hand, the main characteristics and changes in Spanish port regulation that have taken place in Spanish port legislation in the last decades are described. Thus, three econometric models are estimated from a data panel of 26 Spanish port authorities observed during the 2010-2019 period. The main results show that total and variable costs have increased during the observed period, analyse the main changes in the port economy and highlight economies of scale as an opportunity to improve efficiency.

## 1. INTRODUCCION

Tradicionalmente, los puertos han destacado como centros de intercambio de cultura y de mercancía. (Castillo-Manzano, Castro-Nuño, González-Laxe, 2018)

A lo largo de las últimas décadas, el sector portuario ha experimentado un profundo proceso de liberalización tanto a nivel de infraestructuras como de servicios, basado en el aumento de las funciones realizadas por los puertos. El principal objetivo fijado ha sido aumentar la eficiencia reduciendo los costes de las autoridades portuarias. (Jara-Díaz, Martínez-Budría, Cortés y Basso, 2002).

Este proceso ha sido dirigido principalmente a la estrategia de gestión portuaria. Los servicios portuarios españoles se pueden dividir en dos grupos, por un lado, los relacionados con las ayudas a las infraestructuras y navegación y por otro lado los relacionados con el transporte de cargas. Los primeros son gestionados por las autoridades portuarias que asumen un papel regulador. Este estudio se centra en un análisis de costes de dichas autoridades portuarias. (Jara-Díaz, Martínez-Budría, Cortés y Basso, 2002).

La transición está caracterizada por economías de escala, creciente aumento de carga contenerizada, vertical y horizontal integración empresarial, evolución técnica y expansión del comercio mundial. A lo largo de este periodo la gobernanza portuaria se ha vuelto cada vez más compleja debido a la política económica y a la organización administrativa. Esto ha impedido en numerosas ocasiones que el objetivo de aumento de eficiencia basada en la reducción de costes sea alcanzado. (Hidalgo-Gallego, Núñez-Sánchez y Coto-Millán, 2021)

En la mayoría de los puertos europeos, la organización que coordina la actividad económica se denomina autoridad portuaria. La infraestructura suele ser de propiedad pública mientras que los operadores que controlan los servicios portuarios son de propiedad privada. El desarrollo regional, el servicio universal y la cohesión geográfica son algunas de las principales causas que justifican la intervención pública. (Núñez-Sánchez, 2013)

El sistema portuario español es estratégicamente relevante porque transporta el setenta por ciento de las mercancías de comercio exterior, por lo que atender a minimizar sus costes es una cuestión relevante para la economía nacional. Sin embargo, la estructura de costes de una autoridad portuaria es una cuestión difícil de exponer ya que se constituyen sobre la base de la planificación portuaria, la fijación de precios y la inversión. (Jara-Díaz, Martínez-Budría, Cortés y Basso, 2002)

Mediante este estudio se analiza una función de costes a corto plazo que depende de un vector de outputs (tipos de mercancías), un vector de inputs (precios del trabajo y de consumos intermedios) y un factor quasifijo (superficie). Los datos utilizados forman un panel de 260 observaciones. La muestra se centra en 26 autoridades portuarias españolas, exceptuando Ceuta y Melilla, para un periodo de 10 años (2010-2019).

El estudio está organizado de la siguiente forma. En la sección 2 se realiza un análisis de la literatura relacionada. En la sección 3 se describen los principales rasgos y cambios del sistema portuario español a lo largo de las últimas décadas. La sección 4 explica los datos utilizados, las fuentes dónde han sido obtenidos y expone las variables utilizadas. La sección 5 describe el modelo econométrico y la metodología empleada. La sección 6 muestra los principales resultados obtenidos y por último la sección 7 resume las conclusiones obtenidas.

## 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En este apartado se revisan un grupo de trabajos empíricos en los que se estiman funciones de costes sobre el sector portuario para determinar una serie de resultados que veremos a continuación.

Baños-Pino, Coto-Millán y Rodríguez-Álvarez (1999) estudian el óptimo de factor quasifijo que minimice la función de costes de las autoridades portuarias. Para ello estiman una función de coste total a corto plazo que depende del factor quasifijo y de los precios de los factores productivos variables. Para estimar esta función utilizan la forma translog. Los autores comparan el precio sombra y el precio real del capital. Para estimar la función de coste utilizan un panel que incluye 27 autoridades portuarias durante el periodo 1985-1997. Los principales resultados obtenidos muestran que existe sobrecapitalización, que disminuye a medida que aumenta la actividad portuaria.

Coto-Millán, Baños-Pino y Rodríguez-Álvarez (2000) investigan la eficiencia económica de los puertos españoles. Los autores estiman una función de costes a corto plazo (translogarítmica). La variable dependiente es el coste total y las independientes son el precio del trabajo, capital y consumo intermedio. Los datos se obtienen de un panel de 27 puertos de interés general para el periodo 1985-1989 (135 observaciones). Tras observar los resultados, los autores destacan la presencia de economías de escala y la falta de progreso tecnológico durante el periodo. Por último, concluyen que los puertos más eficientes son los de mayor tamaño y administrados por bajo un régimen más centralizado

Jara-Díaz, Tovar y Trujillo (2008) realizan mediante este artículo un análisis de las principales aportaciones de la literatura a la economía de la industria portuaria. En primer lugar, realizan una medición de información económica relevante y comparan las funciones de costes cuadrática y translog. En segundo lugar, comparan las aportaciones más relevantes de los principales autores del sector portuario. Los principales resultados obtenidos muestran que los estudios publicados son heterogéneos en relación con la información analizada, la especificación funcional aplicada y los objetivos perseguidos. Esto explica la base de sus resultados, que derivan en la presencia de economías de escala en el sector portuario. Por último, los autores destacan la escasez de artículos sobre el sector portuario.

Núñez-Sánchez, Jara-Díaz y Coto Millán (2011) analizan la importancia que tienen los pasajeros en términos de costes para las autoridades portuarias y explicar el tipo de regularización de las tarifas. Para ello, estiman un sistema de costes formado por una función de costes cuadrática y las ecuaciones de gasto de los factores productivos. Los autores eligen una función cuadrática. La muestra está formada por 26 autoridades portuarias españolas observadas anualmente en el periodo 1986-2005, estando formado el conjunto de los datos de panel por 520 observaciones. Los principales resultados obtenidos muestran que los pasajeros tienen mayor coste que la mercancía para las autoridades portuarias.

Ramos-Real y Tovar (2010) determinan la productividad de las terminales del puerto de Las Palmas tras los cambios ocurridos en la década de los 90. Estiman una función de costes cuadrática. Los inputs utilizados son: precio del trabajado, precio del consumo intermedio y área total (quasifijo). Utilizan un conjunto de datos de panel que engloba 264 observaciones de tres terminales del puerto de Las Palmas para el periodo 1991-1999. Los principales resultados muestran que la productividad de estas terminales evolucionó favorablemente durante el periodo a un ritmo muy elevado. Lo que viene motivado por las economías de escala y el cambio tecnológico.

Rodríguez-Álvarez y Tovar (2012) estudian cómo afecta la incertidumbre en la demanda en los costes de las autoridades portuarias. Estiman una función de costes a corto plazo.

Esta función recoge información sobre factores productivos y sus precios. Los factores productivos utilizados son: trabajo, consumos intermedios y capital. Utilizan una forma funcional translog. El conjunto de datos de panel está formado por observaciones de tres terminales portuarias que abarcan el periodo 1991-1999. Los autores realizan una comparativa de costes de las terminales. Los resultados muestran que la incertidumbre en la demanda tiene un efecto significativo sobre los costes. Por lo tanto, los autores concluyen que la no inclusión de esta variable podría dar lugar a una mala estimación del modelo.

Rodríguez-Álvarez y Tovar (2012) analizan los efectos de la regulación portuaria sobre la eficiencia del sistema portuario español en el periodo 1993-2007. Los autores diferencian tres periodos: 1993-1997, 1998-2003, 2004-2007. Esta división se debe al cambio en la ley que regulaba el sistema portuario. Estiman una función de costes a corto plazo. Para ello se basan en un panel de datos de 26 Autoridades Portuarias. Los principales resultados observados son que el capital es usado en exceso a corto plazo, que la ineficiencia disminuye a medida que pasa el tiempo y que un mayor grado de mecanización contribuye a reducir la ineficiencia. Los cambios más significativos en cuanto a eficiencia tienen lugar en el primer periodo, en el segundo periodo el impacto es positivo, pero más moderado y en el tercer periodo se ve reducida. Por último, destacan que la legislación de los puertos es una buena base para desarrollar la competitividad portuaria colectiva e individual.

Tovar y Wall (2014) presentan como objetivo estudiar si una mayor variabilidad en la demanda incurre en mayores costes para las autoridades portuarias españolas. Estiman una función de costes a corto plazo. Utilizan un conjunto de datos de panel de 26 autoridades portuarias españolas para el periodo de 1993-2007. Tras los cálculos realizados muestran como resultados que la variabilidad de la demanda puede agregar costes adicionales, principalmente a la mercancía no contenerizada. También muestran que la rentabilidad de las autoridades portuarias depende de la variabilidad de la demanda. Por ello, entienden como punto positivo que cada puerto pueda establecer unos precios (entre unos márgenes) con el objetivo de que esta variable no penalice a los puertos con mayor variabilidad.

Hidalgo-Gallego et al. (2015) estudian la existencia de exceso de capacidad en las autoridades españolas. Para ello estiman un sistema de costes cuadrático a corto plazo. Como input quasifijo estos autores consideran la superficie de depósito. Una vez el sistema es estimado, los autores comparan el precio sombra del input quasifijo con su precio mercado para obtener el nivel de sobrecapacidad de los puertos españoles. Finalmente, en una segunda etapa, los autores evalúan el efecto que tiene sobre el exceso de capacidad factores tales como la especialización en el tráfico de contenedores o el tamaño de la autoridad portuaria entre otros. Estos autores utilizan un conjunto de datos formados por 27 autoridades portuarias españolas observadas durante el periodo 1986-2005. Los principales resultados obtenidos muestran que existe sobrecapacidad en el sistema español durante el periodo analizado y que factores de índole político, estratégico o tecnológico afectan a dicho exceso de capacidad.

Finalmente, Zheng y Yin (2015) realizan un estudio sobre la eficiencia técnica, la eficiencia asignativa y la eficiencia de costes de los puertos chinos. Para ello estiman una función de costes a corto plazo. Los autores basan el estudio en un conjunto de datos de panel de 16 corporaciones portuarias que engloba el periodo 1998-2011. La estimación de la función muestra como principales resultados que la eficiencia técnica disminuye con el tiempo ya que la ganancia producida por la inversión en infraestructuras se ve reducida. La eficiencia asignativa es positiva, por lo que los gastos en I+D, reparación, energía...están por debajo de la proporción óptima si lo relacionamos con la mano de obra. En cuanto a la CE, destacan que los puertos que centran su actividad en el transporte de carga gestionan mejor sus costes.

### 3. SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL

El sistema por el que se rigen las autoridades portuarias españolas ha ido cambiando a lo largo de las tres últimas décadas. Las 28 autoridades portuarias que forman el sistema portuario español se encuentran coordinadas y supervisadas por el estado.

La gestión del sistema portuario estatal se asienta, en la actualidad, sobre el Real Decreto Legislativo 2/2011, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado de la Marina Mercante.

La legislación española dota al sistema portuario de la instrumentación necesaria para mejorar su posición competitiva en el mercado global, estableciendo facultades de autogestión de las autoridades portuarias, por ejemplo, en materia de inversión. (Núñez-Sánchez, 2013).

A principios de la década de los 90, ocurren ciertos hechos históricos de gran relevancia. Privatización de puertos, crecimiento y la implementación del mercado único europeo. Por ello, se hace necesario la implementación de un nuevo marco legislativo que permita la rápida adaptación a los cambios.

Dos modelos de gestión portuaria convivían en España. Los puertos de Barcelona, Bilbao, Valencia y Huelva se regían por los estatutos nacionales mientras que el resto se caracterizaban por tener una estructura centralizada y burocrática. (Rodríguez-Álvarez y Tovar, 2012).

Posteriormente, entra en vigor la ley 27/1992, reforma que fue considerada como el proceso de devolución de los puertos españoles y que conduce hacia un modelo arrendados. Esta ley siguió los principios de autonomía de gestión portuaria en materia de competencia. Las autoridades portuarias y españolas y la agencia central Puertos del Estado se crearon para iniciar el proceso de liberalización de los servicios portuarios mediante la introducción de un sistema de gestión del puerto de propietarios. (Hidalgo-Gallego, Núñez-Sánchez, Coto Millán, 2020).

Esta ley diseñó las tarifas de los servicios portuarios como precios privados que fijó la agencia central de Puertos del Estado. Estas tarifas fueron homogéneas para todas las autoridades portuarias, sin embargo, se permitieron algunos coeficientes de corrección dentro de unos límites para promover la flexibilidad. Como consecuencia, la competencia de precios fue fuertemente limitada. Las tarifas fueron implementadas para lograr autofinanciamiento y evitar prácticas abusivas.

Las principales tareas de Puertos del Estado son la identificación de metas de gestión específica, la asignación de recursos y los correspondientes instrumentos, control de gestión, diseño de información común, sistemas de contabilidad y planificación de inversiones por parte de las autoridades portuarias. Puertos del Estado asumió la responsabilidad global de todo el sistema portuario.

Los gastos corrientes y de inversión están cubiertos por rentas corrientes, subvenciones de la Unión Europea y en ocasiones por deuda externa. Por lo tanto, las autoridades portuarias deben tener un nivel de ingresos que les permita cubrir los costes y lograr un rendimiento razonable.

Las funciones más relevantes de las autoridades portuarias son proporcionar terreno, infraestructuras, regula el uso de la propiedad, control antimonopolio de servicios portuarios, especialización de instalaciones, precauciones ambientales y seguridad dentro de las infraestructuras. (Núñez-Sánchez, 2013). Las autoridades portuarias se constituyeron como entidades de propiedad estatal con personalidad jurídica, gestión autónoma y titularidad de sus bienes. Deben realizar su actividad de acuerdo con las reglas y a los procedimientos comerciales establecidos.



A continuación, se explica brevemente las reformas legales del sistema portuario español, posteriores a 1992. Con la Ley 62/1997 aumenta la participación del sector privado y los gobiernos regionales toman un papel importante. Con la Ley 48/2003 los puertos comienzan a formar parte del sector servicios y aumenta la demanda y la competitividad. Con la Ley 33/2010 los puertos comienzan a considerarse empresas y se liberalizan los servicios portuarios para abordar nuevas competencias. El Real Decreto Legislativo 2/2011 se crea para integrar y reforzar las leyes anteriores. Con el Decreto Ley 8/2014 se consolida la inversión privada a través de los servicios portuarios y se fijan incentivos para aumentar la inversión ya que nos encontramos en un marco de crisis. La Ley 33/2014 estableció nuevas pautas para aumentar la competencia entre puertos.

La ley que más influencia tuvo respecto al tráfico total fue la Ley 33/2010. Todos los estudios anteriores llegan al resultado común de que la mayoría de las reformas legales han logrado los objetivos impuestos significativamente.

El modelo del arrendador marca como principal objetivo promover la participación del sector privado en las finanzas, en la explotación de instalaciones portuarias y en la provisión de servicios. Esto se consigue mediante el otorgamiento de concesiones y obras públicas. Aunque este modelo intenta fomentar la competencia entre puertos, al establecer tarifas uniformes, se limita la competencia. (Castillo-Manzano et al., 2008).

Los cambios derivados de las leyes impuestas en el periodo 1992-2014 crearon un nuevo marco basado en un modelo de gestión que tiene como objetivos principal la eficiencia y la rentabilidad. Los principales efectos que destacamos son dos niveles de competencia, mayor participación del sector privado y la reducción del papel del estado.

El caso español es un ejemplo de que cambios en el marco legal puede tener claras ventajas (mayor autonomía de las autoridades portuarias, aumento de la competitividad, aumento del papel del sector privado, libertad en la fijación de tarifas...), sin embargo, todavía surgen ineficiencias. (Castillo-Manzano et al., 2016).

En resumen, los puertos españoles están regulados por un sistema mediante el cual sus infraestructuras son de propiedad pública pero sus superestructuras son propiedad privada. El sector público establece el objetivo de la propiedad privada al fijar los precios, el funcionamiento, la duración y condición de concesión.

## 4. DATOS

Para la realización de este trabajo he utilizado una muestra que consta de 26 autoridades portuarias españolas observadas durante un periodo de 10 años, de 2010 a 2019. Para este estudio, se incluyen datos para todas las autoridades portuarias españolas, excepto Ceuta y Melilla. Ceuta y Melilla han sido excluidas de la muestra debido a que son puertos estratégicos situados en el norte de África con unas características especiales respecto al resto de autoridades portuarias de la muestra que pueden dar lugar a una estructura de costes diferente. Adicionalmente, se ha encontrado falta de información estadística para las observaciones de estos puertos en algunas variables. Por lo que la estrategia seguida ha sido excluirlas de la muestra. Finalmente, el tamaño total de la muestra es de 260 observaciones.

Se ha ordenado la información estadística obtenida como un panel de datos formado por series temporales apiladas. Trabajar con un panel de datos en lugar de con series temporales o sección cruzada permite hacer comparaciones entre las autoridades españolas y estudiar la evolución temporal de las mismas. Por otro lado, ordenar el panel como series temporales apiladas en lugar de secciones cruzadas apiladas facilita la operatividad con el software utilizado en el análisis (Gretl).



Los datos económico-financieros provienen de dos fuentes principales: el Instituto Nacional de Estadística (INE) y Puertos del Estado. Por un lado, el INE es un organismo autónomo adscrito al Ministerio de Economía y Hacienda. Elabora estadísticas públicas, que son estudios oficiales sobre la situación y evolución de la población, la economía y la sociedad española. Por otro lado, Puertos del Estado es el ente público encargado de coordinar el sistema portuario español. Esta entidad anualmente publica en su página web diversos documentos relativos a la gestión y funcionamiento de los puertos (Anuarios Estadísticos, Informes de Gestión y las Memorias de las Autoridades Portuarias, entre otros). Por ejemplo, los informes de Gestión del Sistema Portuario de Titularidad Estatal recogen, con periodicidad anual, un análisis de la gestión realizada por los puertos de interés general. Se trata de informes relativos a la ejecución de la política portuaria, que comprende el análisis de la gestión desarrollada en los puertos de interés general.

El análisis presentado en este trabajo se basa en la estimación de una función de costes a corto plazo que dependerá de los precios de los inputs variables (precio del trabajo y precio de los consumos intermedios), los productos o mercancías manejadas por las autoridades portuarias (líquidos, sólidos, mercancía contenerizada y mercancía no contenerizada) y un factor quasifijo (superficie utilizada, medida en metros cuadrados). La variable dependiente en nuestro análisis es el coste total o el coste variable total.

A continuación, se describen las variables utilizadas, así como la fuente de información de la que proceden y sus unidades de medida. Las variables dependientes utilizadas en las estimaciones que se presentan han sido el coste total de las autoridades portuarias y el coste variable. Por un lado, el coste total se ha calculado como la suma del coste laboral, coste de capital y coste de consumos intermedios. Por el otro, el coste variable es igual a la suma del coste asociado al trabajo y el gasto en consumos intermedios. La información relativa de costes ha sido obtenida a partir de los datos que se recogen en la cuenta de pérdidas y ganancias de los Informes de Gestión publicados por Puertos del Estado (Puertos del Estado, varios años). Estas variables han sido deflactadas en base 2011, por lo que las variables relativas a los costes están expresadas en euros constantes con base en 2011.

En segundo lugar, se han incluido cuatro outputs o tipos de mercancía: graneles líquidos, graneles sólidos, mercancía contenerizada y mercancía no contenerizada. Estas variables se han obtenidos directamente de los Anuarios Estadísticos publicados por Puertos del Estado (Puertos del Estado, varios años b). Los tráficos de mercancías están medidos en toneladas. Podemos definir los tipos de mercancías considerados en el análisis de la siguiente forma. Los graneles líquidos representan la carga a granel que viene en estado líquido sin envasar y que se manipula de forma continua, incluidos el gas natural y los sólidos fundidos a alta temperatura. Los graneles sólidos se definen como el conjunto de partículas sólidas sueltas que se manipulan de forma continua que viene sin envasar o embalar. La mercancía contenerizada comprende cualquier tipo de carga que se encuentre depositada en un contenedor de transporte. Por último, la mercancía no contenerizada es aquella mercancía sin empaquetar o embalar,

Con respecto al precio de los factores productivos variables, las estrategias de construcción de estas variables han sido las siguiente. En primer lugar, el precio del trabajo ha sido aproximado por el salario medio en la comunidad autónoma en la que la autoridad portuaria está localizada. Esta información ha sido recogida a partir de la tabla de salarios medios por tipo de jornada, comunidad autónoma y decil publicada por el INE (Instituto Nacional de Estadística). Estos salarios han sido divididos entre un deflactor con base 2011 para descontar el efecto de la inflación sobre la variación de salarios, por lo tanto, la variable se encuentra medida a euros constantes con base 2011. Por lo que el precio del trabajo está aproximado por la remuneración recibida por trabajador medida en euros constantes con base 2011. Por otro lado, el precio de los

## ANÁLISIS DE COSTES DE LAS AUTORIDADES PORTUARIAS ESPAÑOLAS

consumos intermedios se ha calculado como el cociente del gasto total en consumos intermedios (coste de los bienes y servicios consumidos como inputs, excluido el capital fijo) y las toneladas de avituallamiento (suministro de productos como agua, aceite, combustible...) Esta última variable ha sido obtenida a partir de las estadísticas de tráfico de los Anuarios Estadísticos de Puertos del Estado (Puertos del Estado, varios años b).

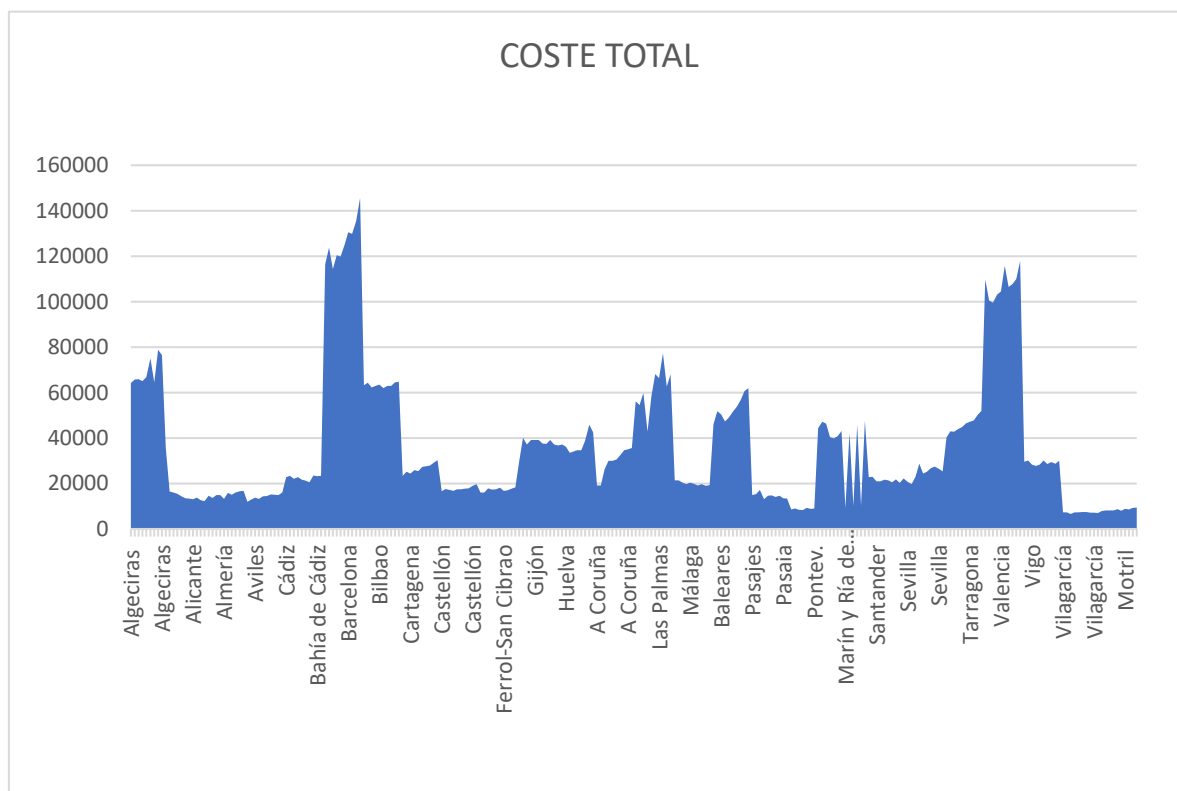
El input cuasifijo se ha aproximado utilizando los metros cuadrados de superficie de depósito de las autoridades portuarias. Esta información está publicada en los Anuarios Estadísticos (Puertos del Estado, varios años b).

Finalmente, en el análisis se incluye una tendencia temporal, una tendencia temporal al cuadrado y variables ficticias de unidad

En la Figura 4.1. se observa que la autoridad portuaria de Barcelona es la que mayores costes presenta durante el periodo estudiado, habiéndose incrementado sus costes durante este periodo. A la autoridad de Barcelona la siguen tras dos autoridades portuarias que destacan con costes elevados, estas autoridades son Valencia y Algeciras.

Las autoridades portuarias con menores costes son Vilagarcía, Motril y Pontevedra. En la Figura 4.1. se puede ver que todas las autoridades portuarias mantienen una estabilidad relativa en sus costes a lo largo del periodo, excepto Marín y Ría de Pontevedra, que presentan varios picos.

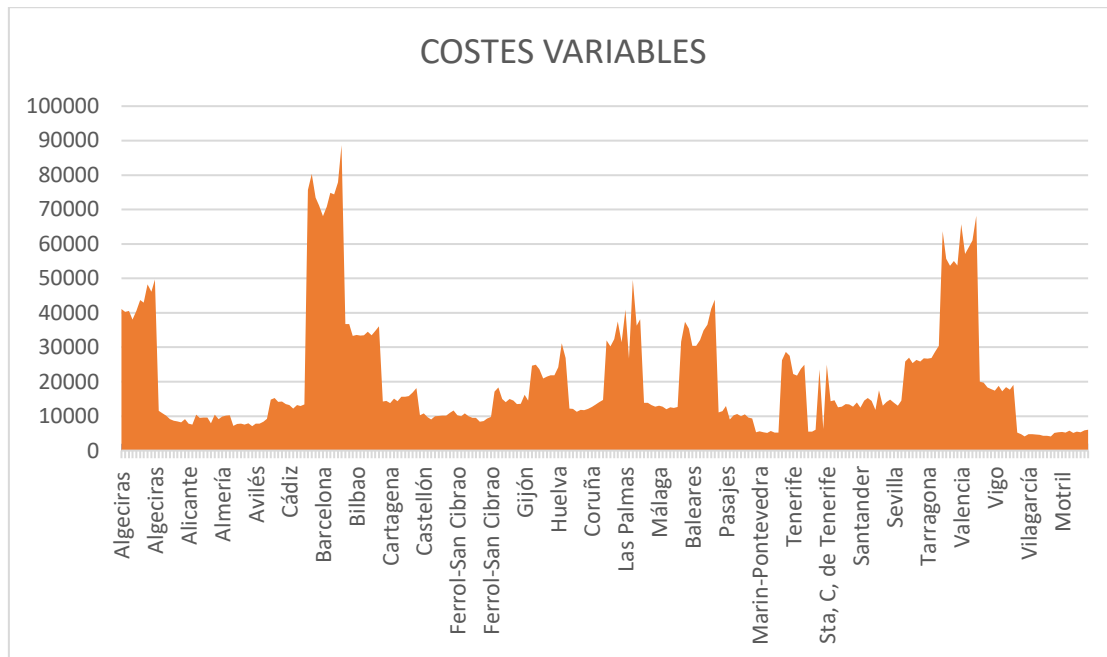
Gráfico 4.1: Evolución del coste total por autoridad portuaria en el periodo 2010-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los informes de gestión de Puertos del Estado.

En la Figura 4.2. se muestra la evolución de los costes variables de las autoridades portuarias. Comparando esta figura con la Figura 4.1. podemos extraer similares resultados. La diferencia está en la escala que es menor. Esto se debe a que el coste variable no incluye los costes de la amortización del capital.

Gráfico 4.2: Evolución del coste variable por autoridad portuaria en el periodo 2010-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los informes de gestión de Puertos del Estado.

Finalmente, en la Tabla 4.1. se muestran los principales estadísticos descriptivos de las variables incluidas en los modelos que se presentarán en la siguiente sección.

Tabla 4.1: Estadísticos descriptivos

	<i>Mediana</i>	<i>Media</i>	<i>D.T</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>UNIDAD</i>
<i>CT</i>	35893	25246	29279	6636	145600	Miles de euros
<i>CV</i>	21003	14026	17218	4089	88683	Miles de euros
<i>PrecioL</i>	1964	1912	167,4	1701	2506	Euros (2011)
<i>PrecioCl</i>	0,1302	0,0948	0,1214	0,0032	1,130	Índice
<i>Líquidos</i>	6425000	1525000	8626000	0	31760000	Toneladas
<i>Sólidos</i>	3457000	2226000	3544000	203000	19220000	Toneladas
<i>Cont</i>	6438000	868200	14730000	0	64280000	Toneladas
<i>Nocont</i>	2421000	1028000	3207000	681	14590000	Toneladas
<i>Sup</i>	1443000	755300	1412000	108300	5310000	Metros cuadrados

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Puertos del Estado y del INE.

El coste total y el coste variable están expresados en miles de euros, el precio de trabajo en euros constantes con base en 2011, el precio de los consumos intermedios se expresa como un índice ya que surge de la división del gasto de explotación entre el avituallamiento. Las cargas transportadas se expresan en toneladas y la superficie en metros cuadrados. Si nos fijamos en la media, observamos que la carga de graneles sólidos es la más transportada, seguido de graneles líquidos, mercancía no contenerizada y por último la mercancía que menos se transporta es la contenerizada.

Si analizamos el mínimo y el máximo de las variables dependientes destacamos que el máximo del coste total y del coste variable pertenece a Barcelona en el año 2019 y el mínimo a Vilagarcía en el año 2012. Los salarios mínimos se dan en Santa Cruz de Tenerife en 2017 y los máximos en Pasaia en 2015. En cuanto a la mercancía transportada, Algeciras en 2018 registra el máximo de mercancía líquida transportada, Gijón en 2017 registra el máximo de mercancía sólida transportada, Algeciras en 2019 registra el máximo de mercancía contenerizada transportada y Valencia en 2019 registra el máximo de mercancía no contenerizada transportada. Destaco también la estrategia de ciertas autoridades portuarias que se especifican en el tráfico de mercancía sólida y no contenerizada, moviendo 0 toneladas de líquidos y mercancías contenerizadas. Es el caso, por ejemplo, de Pasajes de 2010 a 2013. La autoridad portuaria que cuenta con una mayor superficie es Barcelona en el año 2019, que corresponde con el nivel de coste más alto registrado durante el periodo por la autoridad portuaria. La autoridad portuaria que contaba con menos metros cuadrados fue Sevilla en 2018.

### 5. MODELO ECONÓMICO

Una vez explicadas las variables del modelo, defino la función de costes que va a ser estimada. Los costes totales van relacionados funcionalmente con un vector de los precios de los factores productivos, con un vector outputs y el factor quasifijo, que en este caso es la superficie.

La función de costes debe cumplir una serie de propiedades. Debe ser monótona creciente en los precios de los factores, monótona creciente en los outputs, linealmente homogénea de grado uno en los precios de los inputs y cóncava en los precios de los inputs.

Las infraestructuras portuarias y su área no se pueden adaptar de forma inmediata a cambios en la demanda, esto se debe a las indivisibilidades asociadas a la infraestructura de transporte, las restricciones presupuestarias o la burocracia asociada al sector público. Por ello, la infraestructura portuaria se considera como un input quasifijo en lugar de variable. Las actividades portuarias sugieren la estimación de una función de coste variable a corto plazo, donde asumimos la minimización de los costes variables sujetos al nivel de input quasifijo. (Núñez-Sánchez, 2013)

Una propiedad importante de la función de costes es el Lema de Shephard, que se utiliza para introducir un conjunto de condiciones adicionales para estimar una función de costes de la industria en particular. Esta propiedad dice que la demanda derivada de los inputs en el óptimo se puede calcular derivando la función de costes respecto al precio del input. (Jara-Díaz, Martínez-Budría, Cortés y Basso, 2002)

## 5.1. ESPECIFICACIÓN

La forma funcional de esta función de costes es una Cobb-Douglas, por lo tanto, comienzo tomando logaritmos de todas las variables.

$$\ln \text{costes}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{precio}L_{it} + \alpha_2 \ln \text{precioci}_{it} + \alpha_3 \ln \text{liquidos}_{it} + \alpha_4 \ln \text{solidos}_{it} + \alpha_5 \ln \text{cont}_{it} + \alpha_6 \ln \text{nocont}_{it} + \alpha_7 \ln \text{sup}_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{Ec.1}$$

$\text{Costes}_{it}$  son los costes totales,  $\text{precio}L_{it}$  es el precio del trabajo,  $\text{precioci}_{it}$  es el precio de los consumos intermedios,  $\text{liquidos}_{it}$  es la mercancía transportada en forma de líquido,  $\text{sólidos}_{it}$  es la mercancía transportada de sólidos,  $\text{nocont}_{it}$  es la mercancía no contenerizada,  $\text{cont}_{it}$  es la mercancía contenerizada y  $\text{sup}_{it}$  es la superficie total utilizada. Todo ello para la autoridad portuaria  $i$  en el periodo  $t$ .

Para imponer la homogeneidad de grado 1 normalizo con respecto al precio de los consumos intermedios. Al imponer esta condición, la suma de los valores de los parámetros asociados al precio del trabajo y al precio de los consumos debe ser igual a 1.

$$\ln \text{costes}_{it} - \ln \text{precioci}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 (\ln \text{precio}L_{it} - \ln \text{precioci}_{it}) + \alpha_2 \ln \text{liquidos}_{it} + \alpha_3 \ln \text{solidos}_{it} + \alpha_4 \ln \text{cont}_{it} + \alpha_5 \ln \text{nocont}_{it} + \alpha_6 \ln \text{sup}_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{Ec.2}$$

## 5.2. PROCEDIMIENTO DE ESTIMACION

Comienzo creando dos variables nuevas: (1) diferencia entre el logaritmo del coste total y el logaritmo del precio de los consumos intermedios (2) diferencia entre el logaritmo del precio del trabajo y el logaritmo del precio de los consumos intermedios.

En primer lugar, estimo la ecuación definida en el apartado anterior por MCO (mínimos cuadrados ordinarios) para observar y analizar los parámetros asociados a cada variable y su significatividad.

La estimación puede plantear algunos problemas econométricos. Lo primero, la consideración de los outputs como variables endógenas, ya que estas variables pueden estar correlacionadas con algunas variables incluidas en el término de error de la función de costes. Si esto ocurre surgen problemas de endogeneidad. Una solución para este problema sería utilizar una variable instrumental como el estimador de mínimos cuadrados de tres etapas (3SLS). Los instrumentos deben estar correlacionados con las variables endógenas y no debe existir correlación con el término de error. La literatura anterior, contando con pocas excepciones no tiene en cuenta la endogeneidad. (Núñez-Sánchez, Hidalgo-Gallego, Martínez-San Román, 2020).

Otro tema econométrico para tratar es la heterogeneidad no observada. Cuando la variación dentro de una autoridad portuaria es menor que entre las mismas, los efectos fijos pueden producir estimaciones imprecisas de los parámetros. (Bottaso y Conti, 2012). La solución para este problema es incorporar una variable ficticia para cada grupo. Esto mejorará la precisión de las estimaciones.

Defino la misma ecuación de coste Cobb-Douglas añadiendo una tendencia y una tendencia al cuadrado utilizando un estimador de efectos fijos.

$$(\ln \text{costes}_{it} - \ln \text{precioci}_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1(\ln \text{precioL}_{it} - \ln \text{precioci}_{it}) + \alpha_2 \ln \text{líquidos}_{it} + \alpha_3 \ln \text{sólidos}_{it} + \alpha_4 \ln \text{cont}_{it} + \alpha_5 \ln \text{nocont}_{it} + \alpha_6 \ln \text{sup}_{it} + \alpha_t t_t + \frac{1}{2} \alpha_{tt} t_t^2 + \sum_{i=1}^{26} \gamma_i + \varepsilon_{it}$$

Ec.3

Por problemas de especificación, defino  $CV_{it}$  como costes variables para la autoridad portuaria  $i$  en el periodo  $t$ . El coste variable es igual al coste laboral más el coste de consumos intermedios.

$$(\ln CV_{it} - \ln \text{precioci}_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1(\ln \text{precioL}_{it} - \ln \text{precioci}_{it}) + \alpha_2 \ln \text{líquidos}_{it} + \alpha_3 \ln \text{sólidos}_{it} + \alpha_4 \ln \text{cont}_{it} + \alpha_5 \ln \text{nocont}_{it} + \alpha_6 \ln \text{sup}_{it} + \varepsilon_{it}$$

Ec.4

La estimación de una función de coste variable permite el cálculo de la utilización de la capacidad a corto plazo, que se definen como la máxima proporción de la tasa de crecimiento de los productos, ya que todos los inputs se expanden proporcionalmente porque el nivel de capacidad viene dado. (Núñez-Sánchez, 2013)

#### 4. RESULTADOS

Una vez que tenemos los modelos con las variables explicativas, la Tabla 6.1. muestra la correlación de cada una de las variables independientes con la variable dependiente.

Tabla 6.1: Matriz de correlación respecto a la variable coste total y a la variable coste variable

	CT		CV
CT	1,0000	CV	1,0000
SUPERFICIE	0,8505	Superficie	0,8211
LÍQUIDOS	0,4015	Líquidos	0,4237
SÓLIDOS	0,0731	Sólidos	0,0008
CONT	0,7101	Cont	0,7211
NOCONT	0,8452	Nocont	0,8679
PRECIOL	0,1700	PrecioL	0,1548
PRECIOCI	-0,2470	PrecioCI	-0,2578

Fuente: elaboración propia.

La interpretación de estos valores depende del signo, relación directa si es positivo o indirecta si es negativo, y de la proximidad del valor a 1 o a 0. Si el valor se encuentra cerca de 1 la correlación es fuerte y por el contrario si se encuentra cerca de 0 es débil.

La variable que presenta más correlación con los costes totales es la superficie, seguida de cerca por la mercancía no contenerizada. La mercancía contenerizada también tiene una correlación cercana a 1. Los graneles sólidos, por el contrario, presentan una

correlación débil con los costes totales, al igual que el precio del trabajo. El precio de los consumos intermedios presenta una correlación indirecta.

Las variables que presentan una correlación fuerte con los costes variables son la mercancía no contenerizada, la mercancía contenerizada y la superficie. El precio del trabajo presenta una correlación débil con el coste variable y el precio del consumo intermedio una correlación indirecta y débil. El resto de las variables tienen correlación directa con el coste total y el coste variable.

Tras explicar la correlación de las variables explicativas con las variables endógenas, procedo a mostrar los resultados de las estimaciones de los modelos.

En la tabla 6.2. se muestran los resultados de la estimación de la función de costes totales cuando no se incluye ni progreso tecnológico ni los efectos individuales. Estos resultados se han obtenido utilizando el estimador de mínimos cuadrados ordinarios. A la vista de los resultados obtenidos observamos que todas las variables son individualmente significativas a un 99% de significación, excepto la superficie que es individualmente significativa a un 90% de significación. El R-cuadrado nos informa de que las variables explicativas incluidas en el modelo explican un 96,30% de la variación que experimenta el coste total.

Tabla 6.2: Tabla de resultados estimación de la ecuación 2 por MCO

	COEFICIENTE	DESVIACIÓN TÍPICA	ESTADÍSTICO T	VALOR P	
<b>Constante</b>	-6,64507	0,412452	-16,11	1,07e-039	***
<i>lnprecioL – lnprecioci</i>	1,11352	0,0233132	47,76	5,09e-122	***
<i>lnlíquidos</i>	0,0624226	0,00831222	7,510	1,27e-012	***
<i>lnsólidos</i>	0,149535	0,0219903	6,800	8,78e-011	***
<i>lncont</i>	0,0700568	0,00723634	9,681	7,77e-019	***
<i>lnnocont</i>	0,251203	0,0184649	13,60	2,21e-031	***
<i>lnsup</i>	0,0519558	0,0310390	1,674	0,0955	*
<b>SUMA DE CUADRADOS DE LOS RESIDUOS</b>	19,60012				
<b>R- CUADRADO</b>	0,963003				
<b>F (6, 232)</b>	1006,459				

Fuente: elaboración propia a través de los datos del INE y Puertos del Estado. Resultados Gretl.

A continuación, se lleva a cabo la interpretación de los parámetros asociados a cada una de las variables explicativas. El parámetro asociado al precio del trabajo nos informa de que un incremento en el precio del trabajo de un 1% en la media, produce un incremento en el coste de la autoridad portuaria i del 1,11%, manteniendo todo lo demás



constante. El parámetro asociado a los graneles líquidos muestra que un incremento en ese tipo de tráfico de un 1%, en la media, produce un incremento en el coste de la autoridad portuaria i del 0,06%, manteniendo todo lo demás constante. Continuando con los parámetros asociados al resto de tráficos podemos concluir que: un incremento en volumen de graneles sólidos movidos por las autoridades portuarias de un 1%, en la media, produce un incremento en el coste de la autoridad portuaria i del 0,15%, manteniendo todo lo demás constante; mientras que los incrementos en los costos totales asociados a un aumento del 1% de los tráficos de mercancía contenerizada y no contenerizadas son de 0,07 y 0,25%, respectivamente. Finalmente, un incremento en la superficie utilizada por la autoridad portuaria i de un 1% en la media, produce un aumento en sus costes del 0,05%, manteniendo todo lo demás constante.

En cuanto al signo del parámetro de primer orden asociado a la superficie se espera que sea positivo, ya que a mayor superficie más toneladas de mercancía se espera que transporte la autoridad portuaria y por tanto mayor coste presentará. Este resultado es muy común en estudios similares. Esto puede deberse a que la mayoría de las autoridades portuarias son construidas para hacer frente a posibles aumentos de demanda y este resultado puede surgir del régimen regulador de los puertos españoles. Por todo ello, las autoridades españolas deben obtener un nivel de ingresos que les permita hacer frente a los costes de funcionamiento y gastos de capital, logrando un rendimiento lógico que les permita invertir en activos fijos. (Hidalgo-Gallego, Núñez-Sánchez y Coto Millán, 2021).

A la vista de estas interpretaciones, observamos que existe un error de especificación en el modelo 1. Esto se ve reflejado en valor del parámetro asociado al precio del trabajo, ya que su valor no puede ser superior a 1 porque no se cumpliría la condición de homogeneidad de grado 1 de la función de costes. En este caso, el parámetro asociado al precio de los consumos intermedios es negativo, lo que evidencia la existencia de un error de especificación. Para que se cumpla la condición de regularidad de la función de coste relativa a la monotonicidad creciente en los precios de los factores, los parámetros estimados relativos a estos precios deben de ser positivo de forma que un aumento en los precios del trabajo y del consumo intermedio aumenta el coste total de la autoridad portuaria, manteniendo todo lo demás constante.

En la Tabla 6.3. se muestran, los resultados del segundo modelo (ecuación 3) que ha sido estimando incluyendo una tendencia temporal y la tendencia al cuadrado mediante un estimador de efectos fijos.

Tabla 6.3: Tabla de resultados estimación ecuación 4

	COEFICIENTE	DESVIACIÓN TÍPICA	ESTADÍSTICO T	VALOR P	
<b>Constante</b>	-6,13536	0,429980	-14,27	1,39e-033	***
<i>lnprecioL</i> – <i>lnprecioci</i>	1,08229	0,0243040	44,53	1,19e-115	***
<i>lnlíquidos</i>	0,0609315	0,00866547	7,032	2,27e-011	***
<i>lnsólidos</i>	0,104813	0,0229248	4,572	7,86e-06	***
<i>lncont</i>	0,0791061	0.00754387	10,49	2,61e-021	***

<i>Innocont</i>	0,265773	0,0192496	13,81	4,73e-032	***
<i>Insup</i>	0,0241453	0,0323580	0,7462	0,4563	
<b>SUMA DE CUADRADOS DE LOS RESIDUOS</b>	21,30141				
<b>R-CUADRADO</b>	0,959220				
<b>F (6, 232)</b>	909,5128				

A la vista de los resultados, observo que las variables son todas individualmente significativas excepto la superficie. El error de especificación sigue estando presente en este modelo, pero se ha reducido el valor del parámetro asociado al precio del trabajo.

La estimación de una ecuación de coste variable y de coste total permite calcular los costes marginales para cada autoridad. La literatura anterior relacionada nos informa de la existencia de economías de escala en la actividad portuaria española. Esto sugiere capturar nuevos tráficos como una oportunidad para aumentar ingresos y reducir el coste promedio.

La Tabla 6.4. muestra los resultados de la estimación del modelo representado en la ecuación 4. En este modelo se sustituye la variable dependiente coste total por el coste variable. Se observa que al considerar el coste variable como variable dependiente el error de especificación obtenido en los modelos anteriores desaparece, ya que el valor del coeficiente asociado al precio del trabajo es menor que cero y por tanto el valor del parámetro asociado al precio de los consumos intermedios es positivo. Por otro lado, la única variable del vector de outputs significativa pasa a ser los graneles líquidos y el signo asociado a la mercancía contenerizada es negativo. De forma que se ha eliminado el error asociado al precio de los factores productivos variables, pero ahora la estimación no es monótona creciente en los productos y por lo tanto tampoco cumple todas las condiciones de regularidad.

Por otro lado, el parámetro que nos informa de la evolución del coste total a lo largo del periodo estudiado se calcula de forma que  $-(\alpha_t + \alpha_{tt}t_t)$ , por lo que puedo afirmar que de 2010 a 2019 el coste total se ha visto incrementado.

Tabla 6.4: Tabla de resultados de la estimación de la ecuación 3.

	COEFICIENTE	ESTADÍSTICO T	VALOR P	
<b>Constante</b>	-2,43238	-3,419	0,0008	***
<i>lnprecioL</i>	0,975108	49,09	1,18e-115	***
<i>-lnprecioci</i>				
<i>lnlíquidos</i>	0,106710	15,83	1,90e-037	***
<i>lnsólidos</i>	0,0555821	1,488	0,1384	
<i>lncont</i>	-0,00873638	-1,471	0,1428	
<i>lnnocont</i>	0,0167944	1,302	0,1943	

<b><i>lnsup</i></b>	0,131058	3,565	0,0005	***
<b>time</b>	0,0232478	2,318	0,0214	**
<b>sqtime</b>	-0,00285123	-1,623	0,1061	
<b>Du_1</b>	1,51009	14,24	1,69e-032	***
<b>R-cuadrado</b>	0,9963			

Fuente: elaboración propia a través de los datos del INE y Puertos del Estado.  
Estimación Gretl.

La tendencia es individualmente significativa al 95% de confianza, mientras que la tendencia al cuadrado no es significativa. Por simplicidad a la hora de mostrar los resultados no se exponen todos los parámetros de primer orden asociados a las variables ficticias de unidad. He añadido todas las variables ficticias de unidad menos 1 para evitar un error de multicolinealidad. Todas las variables ficticias de unidad son individualmente significativas al 99% de confianza. El signo de los coeficientes de primer orden son todos positivos.

Una solución factible para el primer error de especificación expuesto anteriormente es incluir una tendencia, una tendencia al cuadrado y estimar por un estimador de efectos fijos. Sin embargo, al llevar a cabo este procedimiento llegamos a otro error de especificación ya que no se cumple la condición de que la función debe ser monótona creciente en los outputs. El R-cuadrado de este último modelo nos informa de que el 99,63% de la variación experimentada por el coste total es explicada por las variables exógenas incluidas en la ecuación 3. La primera especificación, no tiene en cuenta el cambio tecnológico. En la segunda especificación sustituyo la variable dependiente. En vez de estimar el coste total, estimo el coste variable, ya que es el más utilizado en otros artículos que estiman una función de costes. Tras observar los resultados, observamos que los coeficientes no varían sustancialmente, sin embargo, la variable superficie deja de ser estadísticamente significativa. Tras estimar el último modelo, controlando a través de las tendencias y las variables ficticias de unidad, consigo eliminar el primer error de especificación, pero el modelo deriva en otro ya que no se cumple la condición de exista monotonía creciente en los outputs.

## 5. CONCLUSIONES

Desde 1992 han surgido continuos cambios legales de la legislación española. El sector portuario español ha sido uno de los más afectados de la economía española, ya que se ha tenido que ir adaptando a numerosos cambios cada pocos años. Estos cambios han creado un nuevo marco legislativo que se caracteriza por un nuevo modelo de gestión en el que la eficiencia y la rentabilidad son los principales objetivos. Estos cambios han dado lugar a la diferenciación de dos niveles de competencia, las autoridades portuarias y los operadores de los puertos. Destaco un claro aumento de la actividad del sector privado y una reducción de la intervención estatal.

La descentralización portuaria española ha sido un largo proceso de reformas y de concesión de numerosas leyes, que han afectado principalmente al tráfico de contenedores. Estos cambios han ido acompañados de una política de inversión.

Las autoridades portuarias, desde 1992, deciden en materia de inversiones basándose en el principio de autofinanciamiento. Las autoridades portuarias muestran la existencia

de economías de escala que podrían utilizar como oportunidad para aumentar ingresos y reducir costes.

El caso español es un buen ejemplo de que una reforma en el marco legal puede dar lugar a mayor autonomía de actuación de las autoridades portuarias, mayor participación del sector privado, competitividad, sostenibilidad... Sin embargo, pueden aparecer ineficiencias derivadas de la actuación de las autoridades portuarias. Una de las principales conclusiones a destacar es el aumento de los costes totales y variables a lo largo del periodo, a pesar de que se fijó como objetivo la reducción de estos para aumentar la eficiencia. Por ello, una de las principales debilidades del sector portuario español es la incapacidad de reducir costes utilizando las economías de escala.

Por último, si la comparación se realiza entre autoridades portuarias concluyo que Barcelona es la autoridad portuaria que mayores niveles de coste presenta, seguida de Valencia y Algeciras. Esto es debido a que se encuentran entre las autoridades portuarias más grandes y por tanto son las que más toneladas de mercancía mueven. Contrariamente, las autoridades portuarias que menores costes presentan son Vilagarcía, Motril y Pontevedra. Analizando las estrategias de las autoridades portuarias, el transporte de mercancías sólidas es el más voluminoso en el periodo observado.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Baños-Pino, J., Coto-Millán, P., & Rodríguez-Álvarez, A. (1999). Allocative efficiency and over-capitalization: an application. *International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti*, 181-199.

Gallego, S. H., Sánchez, R. N., & Millán, P. C. (2015). Demand uncertainty and overcapacity in port infrastructure: the role of passengers. *Revista de Evaluación de Programas y Políticas Públicas*, (4), 17-35.

Hidalgo-Gallego, S., Núñez-Sánchez, R., & Coto-Millán, P. (2021). Strategic interdependence in capacity expansion: A spatial analysis for port infrastructure services. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 143, 14-29.

Jara-Díaz, S., De La Fé, B. T., & Trujillo, L. (2005). Multioutput analysis of cargo handling firms: An application to a Spanish port. *Transportation*, 32(3), 275-291.

Jara-Díaz, S. R., Martínez-Budría, E., Cortés, C. E., & Basso, L. (2002). A multioutput cost function for the services of Spanish ports' infrastructure. *Transportation*, 29(4), 419-437.

Jara-Díaz, S., Tovar, B., & Trujillo, L. (2008). On the proper modelling of multioutput port cargo handling costs. *Applied Economics*, 40(13), 1699-1705.

Núñez-Sánchez, R., Jara-Díaz, S., & Coto-Millán, P. (2011). Public regulation and passengers importance in port infrastructure costs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(7), 653-666.

Núñez-Sánchez (2013). Marginal costs. Price elasticities of demand, and second best pricing in a multiproduct industry: an application for spanish port infraestructura.

Puertos de Estado. (Varios Años a). Informe de Gestión Del Sistema Portuario de Titularidad Estatal. Madrid: Ministerio de Fomento.

Puertos del Estado. (Varios Años b). Memorias de Las Autoridades Portuarias y Anuario Estadístico. Madrid: Ministerio de Fomento

Ramos-Real, F. J., & Tovar, B. (2010). Productivity change and economies of scale in container port terminals a cost function approach. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 44(2), 231-246.

Rodríguez-Álvarez, A., Tovar, B., & Wall, A. (2011). The effect of demand uncertainty on port terminal costs. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 45(2), 303-328.

Rodríguez-Álvarez, A., & Tovar, B. (2012). Have Spanish port sector reforms during the last two decades been successful? A cost frontier approach. *Transport Policy*, 24, 73-82.

Tovar, B., & Wall, A. (2014). The impact of demand uncertainty on port infrastructure costs: Useful information for regulators?. *Transport Policy*, 33, 176-183.

Zheng, S., & Yin, C. (2015). Technical, allocative and cost efficiencies of Chinese ports. *Maritime Policy & Management*, 42(8), 746-758.

Zheng, S., & Yin, C. (2015). Technical, allocative and cost efficiencies of Chinese ports. *Maritime Policy & Management*, 42(8), 746-758.

